

БІОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ РОСЛИН СОРГО ЗАЛЕЖНО ВІД ДІЇ ГОРОМОНІВ І РЕГУЛЯТОРІВ РОСТУ

В. І. ВОЙТОВСЬКА¹, кандидат сільськогосподарських наук
С. М. МОСТОВ'ЯК², кандидат сільськогосподарських наук
Л. І. ВОЄВОДА², кандидат сільськогосподарських наук
Н. М. КЛИМОВИЧ², викладач

¹ Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків

² Уманський національний університет садівництва

У статті представлені результати досліджень впливу різних гормонів і регуляторів росту на біометричні показники роду Сорго. Вивчено модифікації та поєднання гормонів у живильному середовищі. Встановлено, оптимальну концентрацію і поєднання гормонів і регуляторів росту на висоту і кількість пагонів у сортів і гібридів роду Сорго.

Ключові слова: культура *in vitro*, пагони, сорго, модифікація, живильне середовище.

Вступ. Нині введення регуляторів росту рослин в сільськогосподарську практику неможливе без глибокого і всебічного вивчення їхньої дії на процеси метаболізму, росту та розвитку рослини. Така дія залежить не тільки від типу препарату, а і від його дози, термінів обробки, сортових характеристик культури та інших факторів. Отримані при цьому дані необхідні також для розуміння механізмів дії регуляторів росту. Фітогормони і регулятори росту в культурі *in vitro* використовуються на усіх етапах та дозволяють змінювати у бажаному напрямку ті чи інші зміни. Відомо, що до гормонів належать ауксини, цитокініни, гібереліни, абсцизова кислота, етилен, брасиностероїди, жасмонова та саліцилова кислоти, а також поліпептид системін [1, 2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Для отримання різних показників біометричних, ризогенезу чи інших потрібно додавали у живильне середовище різні фітогормони. Складовим компонентом гормонального комплексу є цитокініни, які отримали свою назву через здатність стимулювати цитокінез (клітинний поділ). Природний цитокінін – це зеатин, синтетичні – 6-фурфуриламінопурин (кінетин) та 6-бензиламінопурин (6-БАП) є похідними аденіну або амінопурину. Цитокініни у присутності ауксинів стимулюють реплікацію ДНК та індукують поділ клітин, активують ріст сім'ядолей дводольних рослин, *in vitro* у збільшених концентраціях зумовлюють утворення калюсу та індукують на ньому пагоноутворення. Синтезуються цитокініни головним чином у коренях та пасивно транспортуються ксилемою до

надземних органів [3–5].

Авторами встановлено, що додавання до середовища БАП (6-бензиламінопурин) (1–10 мг/л) стимулює проростання бруньок і проліферацію пагонів [6]. Сумісне використання БАП в концентрації 2,5–3,0 мг/л і ІОК (β -індоліл-3-оцтова кислота) 0,1 мг/л визначено як найоптимальніше співвідношення для розмноження троянди ефіроолійної [7]. Іншими науковцями вказано, що для збільшення довжини доцільно на етапі третього субкультивування додавати до середовища ГК 0,2–0,5 мг/л [3].

Проведені дослідження вказують, що збільшення концентрації заліза, кальцію та нітрату амонію, а також збільшення кількості Fe-хелату в середовищі дає змогу отримати більшу кількість рослин з покращеними показниками росту [8]. Авторами досліджено дію регуляторів росту ауксинового та цитокінінового типів дії на регенераційну здатність тканин рослин *Q. robur* *in vitro*. Оптимальні умови для індукції калюсоутворення у тканинах листових пластинок рослин *Q. robur* із частотою понад 90 % та активним ростом створено на живильному середовищі МС із 1,0 мг·л⁻¹ БАП і 0,5 мг·л⁻¹ НОК у термостаті без освітлення. Активне мікропагоноутворення у експлантатів рослин *Q. robur* *in vitro* зафіксовано на МС із внесенням 1,0 мг/л аденіну [9,10]. У культурі *in vitro* доцільне застосування біологічного регулятора росту – «Reglalg» у концентрації 0,25–1 мг/л, як інгредієнта середовища з метою покращення біометричних показників рослин *in vitro* та для прискореного клонального мікророзмноження рослин картоплі [11].

Мета статті – дослідити вплив на біометричні показники рослин сорго гормонів і регуляторів росту в культурі *in vitro*.

Методика досліджень. Дослідження проводили в лабораторії біотехнології Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Насіння різних культур пророщували в чашках Петрі і на 7 добу відбирали проростки та здійснювали первинну і вторинну стерилізації і вводили їх у стерильні умови. У якості матеріалу використовували різні сорти і гібриди роду Сорго: сорти соризу Самарант 6 (UA), Європа (UA), Факел (UA), Перлина (UA), Кварц (UA), Титан (UA), сорти сорго вінникового – Вінчер, Красень, Карликове 45, сорго звичайне – Віл, Силосне 42, Медовий, Фаворит, Мохавк.

Для первинної стерилізації проростки промивали у проточній воді з нейтральним миючим засобом (мило) – 50 % за експозиції 15 хв. Вторинну стерилізацію поводити за використання стерильного агенту гіпохлорит натрію (Блізна, 35 %, Доместос) з експозицією 8 хв для проростків. Після цього проростки промивали у дистильованій воді впродовж 15 хв і в подальшому висаджували на модифіковане живильне середовище.

Висаджували пагони на живильному середовищі за прописом Мурасіге – Скуга (МС). Для вивчення впливу гормонів і регуляторів росту живильне середовище модифікували і вводили 6-бензиламінопурин (БАП), Бензиламінопурин (БА), Зеатин, Кінетин Біосил, Радостим, Емістим С, Янтарна

кислота з різною концентрацією від 0,1 до 1,0 мг/л. Автоклавування проводили за 1,5 ампера упродовж 45 хвилин. Здійснювали культивування об'єктів в термальних приміщеннях за температурного режиму 24 ± 2 °С, освітленні 3000–4500 лк, відносній вологості 65–70 % та фотоперіоді – 16 год [12–15]. Після вивчення гормонального навантаження на рослини їх пересаджували на безгормональне живильне середовище за прописом Мурасіге і Скуга. Посуд, матеріали та інструменти і живильні середовища готували відповідно до загальноприйнятих методик [16, 17].

Математичну обробку здійснювали методом дисперсійного аналізу однофакторного польового досліду, використовуючи пакет стандартних програм «Microsoft Excel 2003» [18].

Результати досліджень. Проведені дослідження вказують, що у сортів сорго звичайного відмічено, що висота при додаванні БАП становила від 14 до 19 см, а кількість пагонів від 15 до 24 шт. Важливо відмітити, що кількість пагонів становила від 15 до 24 шт. перевагу порівняно із досліджуваними сортами і гібридами можна відмітити у Mohavk – 19 см висота і 24 шт. пагони та Медовий – 19 см висота і 17 шт. пагони. Найменші показники сформовані у Фаворит 14 см висота і 15 шт. пагоноутворення за використанні БАП.

У соризу за введенні у середовище БАП отримано в середньому по досліджуваних сортах висоту від 15 см до 18 см, а кількість пагонів від 15 до 22 шт. У віникового сорго отримано висоту від 13 до 18 см, а кількість пагонів від 12 до 18 шт. Важливо відмітити сорт Карликове 45 із висотаю 13 см та кількістю пагонів 18 шт. (табл. 1). Дослідження БА та його впливу на біометричні показники сорго звичайного вказує, що висота становила від 19 см до 24 см, а кількість пагонів від 16 до 24 шт. відповідно. У сортові соризу висота варіювала від 17 до 20 см, а кількість пагонів від 18 до 22 шт.

Проведені дослідження у сорго віникового вказують, що висота становила від 15 до 21 см, а кількість пагонів від 14 до 17 шт. Зеатин дозволив отримати у сорго звичайного висоту від 11 до 16 см, соризу від 12 до 18 см і сорго віникового від 10 до 16 см. Вплив його на кількість пагонів була така: сорго звичайне – 10–13 шт., сориз – 15–18 шт., сорго віникове – 9–14 шт. Додавання кінетину у живильне середовище дозволило отримати: висоту у сорго звичайного – від 18 до 23 см, соризу від 19 до 24 см і сорго віникового від 15 до 20 см. Кількість пагонів становила: сорго звичайне – від 12–15 шт., сориз – 16–19 шт., сорго віникове – 12–18 шт.

У наших дослідженнях було вивчено поєднання і різні концентрації гормонів у живильних середовищах та їх вплив на біометричні показники представників роду Сорго. Так встановлено, що за поєднанні БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) отримано у сорго звичайного висоту від 13 до 18 см. Найвищу висоту мали сорти Mohavk і Медовий (18 і 17 см), а найнижчу Віл і Фаворит (13 см). У соризу встановлено висоту від 13 до 13 до 16 см, а у сорго віничного від 12 до 15 см.

Табл. 1. Вплив гормонів на висоту і кількість пагонів залежно від досліджуваного матеріалу в культурі *in vitro*

Вихідний матеріал (чинник В)	Гормон (чинник А)							
	БАП		БА		Зеатин		Кінетин	
	висота, см	кількість пагонів, шт.	висота, см	кількість пагонів, шт.	висота, см	кількість пагонів, шт.	висота, см	кількість пагонів, шт.
Сорго звичайне								
Віл	17	16	25	17	11	11	18	12
Силосне 42	18	18	19	19	14	13	20	13
Медовий	19	17	22	18	13	11	19	14
Фаворит	14	15	23	16	16	10	23	15
Мохавк	19	24	24	24	13	12	22	14
Сориз								
Самарант 6	15	15	19	18	12	15	19	16
Європа	18	17	17	19	14	16	21	18
Факел	16	19	19	19	15	17	23	18
Перлина	18	18	19	18	16	18	22	19
Кварц	16	20	20	20	15	17	24	17
Титан	18	22	20	22	18	16	22	18
Сорго віникове								
Вінчер	18	12	17	14	11	9	17	12
Красень	16	16	21	15	16	11	20	18
Карликове 45	13	18	15	17	10	14	15	15
<i>НІР₀₅</i>	<i>A = 1, B = 1, AB = 2</i>							

Дослідження БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л) вказує, що за їх поєднання отримано висоту від 19 до 22 см у сорго звичайного, соризу від 13 до 17 см, віничного від 14 до 16 см. При використанні БА + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) отримано у досліджуваних сортів такі показники висоти: у сорго звичайного від 16 до 19 см, соризу від 14 до 16 см, віничного від 14 до 16 см. У дослідженні варіанту БА + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л) встановлено, що висота становила від 18 до 20 см, і лише у сорго віничного від 12 до 18 см. Висоту на усіх варіантах не значну було відмічено у сорту сорго віничного Карликове 45.

Вивчення варіанту Кінетин + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) вказує, що порівняно із попереднім висота була вища і варіювала від 19 до 24 см у сорго звичайного, соризу – від 19 до 20 см, сорго віничного від 14 до 18 см.

Доцільно відзначити у сорго звичайного Мохавк, який на усіх варіантах формував найбільшу висоту (табл. 2). У дослідженнях проводили вивчення впливу композиції гормонів на кількість пагонів залежно від досліджуваного матеріалу в культурі *in vitro*.

Табл. 2. Вплив композиції гормонів на висоту пагонів залежно від досліджуваного матеріалу в культурі *in vitro*, см

Вихідний матеріал (чинник В)	Композиція гормонів (чинник А)				
	БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	БА + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БА + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)
Сорго звичайне					
Віл	13	19	17	18	19
Силосне 42	16	20	16	19	20
Медовий	17	22	18	18	20
Фаворит	13	20	18	19	21
Мохавк	18	22	19	20	24
Сориз					
Самарант 6	15	16	14	18	19
Європа	14	15	15	19	19
Факел	13	16	16	18	19
Перлина	15	13	15	18	20
Кварц	16	15	15	19	20
Титан	15	17	16	19	20
Сорго віникове					
Вінчер	13	15	14	16	16
Красень	15	16	15	18	18
Карликове 45	12	14	11	12	14
<i>НІР</i> _{0,05}	<i>A = 1, B = 1, AB = 2</i>				

Вивчення поєднання БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) на кількість пагонів вказує, що на даному варіанту їх кількість становила від 17 до 22 шт. у сорго зернового, від 19 до 25 шт. у соризу та від 14 до 18 шт. у сорго віничного. Вплив БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л) на досліджуваний показник вказує, що дане поєднання дозволило отримати кількість у сорго звичайного і соризу від 20 до 26 шт., у сорго віничного від 16 до 18 шт. (табл. 3). Модифікація БА + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) вказує, що кількість була нижчою, ніж у попередніх варіантах і становила: сорго звичайне – 15–19 шт., сориз – 17–20 шт., сорго віничне – 15–18 шт.

Вивчення поєднання БА + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л) вказує, що кількість пагонів зростає в усіх досліджуваних сортів від 16 до 23 шт. Додавання Кінетин + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) у живильне середовища дає можливість вказати, що кількість пагонів у сорго звичайно становила від 17 до 22 шт., у соризу від 20 до 25 шт., сорго віничного від 18 до 21 шт. (табл. 3). Проведені дослідження із різною кількістю гормонів на висоту пагонів вказують, що БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л) дозволяє отримати від 18 до 24 см у сорго звичайного, соризу від 19 до 22 см і сорго віничного від 13 до 16 см.

Табл. 3. Вплив композиції гормонів на кількість пагонів залежно від досліджуваного матеріалу в культурі *in vitro*, шт.

Вихідний матеріал (чинник В)	Композиція гормонів (чинник А)				
	БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	БА + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БА + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)
Сорго звичайне					
Віл	17	20	15	16	17
Силосне 42	19	23	17	19	19
Медовий	18	21	17	20	20
Фаворит	20	23	18	20	21
Мохавк	22	26	19	23	22
Сориз					
Самарант 6	19	20	17	18	20
Європа	20	22	18	17	21
Факел	20	24	18	18	21
Перлина	21	25	17	19	22
Кварц	23	24	19	19	23
Титан	25	26	20	18	25
Сорго віникове					
Вінчер	14	16	15	17	18
Красень	17	18	16	18	20
Карликове 45	18	20	18	20	21
<i>НІР₀₅</i>	<i>A = 1, B = 1, AB = 2</i>				

Вивчення модифікацій із БАП + Кінетин (0,5 + 0,5 мг/л) і БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л) вказує, що їх поєднання забезпечує висоту пагонів у сорго звичайного від 23 і 30 см, у соризу від 22 до 29 см, та у сорго віничного від 14 до 19 см (табл. 4).

Дослідження Кінетин + Зеатин (0,8 + 0,3 мг/л) і Кінетин + Зеатин (0,3 + 0,8 мг/л) вказує, що висота була у сорго звичайного від 24 до 28 см, соризу від 22 до 26 см і сорго віничного від 17 до 19 см (табл. 5). Додавання БА + Зеатин (0,3 + 0,5 мг/л) і БА + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л) забезпечував у сорго звичайного від 18 до 24 см і у соризу від 18 до 24 см та у сорго віничного від 14 до 16 см (табл. 4).

Вплив концентрації гормонів на кількість пагонів залежно від досліджуваного матеріалу в культурі *in vitro* вказує, що за поєднанні БАП + Зеатин (0,3 + 0,5 мг/л) і БАП + Зеатин (0,5 + 0,8 мг/л) отримано кількість пагонів від 20 до 27 шт. у сорго звичайного, соризу від 20 до 22 шт., сорго віничного – 16 до 23 шт. Вплив БАП + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л) і БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л) вказує, що висота була найвища 25 до 37 шт. сорго звичайного, соризу – від 22 до 28 шт., сорго віничного від 18 до 26 шт.

Табл. 4. Вплив концентрації гормонів на висоту пагонів залежно від досліджуваного матеріалу в культурі *in vitro*, см

Вихідний матеріал (чинник В)	Концентрація гормонів							
	БАП + Зеатин (0,5 + 0,5 мг/л)	БАП + Зеатин (0,5 + 0,8 мг/л)	БАП + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,8 + 0,3 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,3 + 0,8 мг/л)	БА + Зеатин (0,3 + 0,5 мг/л)	БА + Кінетин (0,3 + 0,8 мг/л)
Сорго звичайне								
Віл	18	19	24	28	26	25	18	20
Силосне 42	19	20	23	24	24	23	20	22
Медовий	20	21	25	26	25	26	20	21
Фаворит	22	20	26	27	26	25	21	22
Моhавк	24	22	28	30	28	26	22	24
Сориз								
Самарант 6	19	20	22	27	24	24	19	21
Європа	20	21	24	29	22	23	18	20
Факел	20	22	24	30	23	22	17	20
Перлина	20	21	25	32	25	23	19	22
Кварц	19	21	26	33	25	23	18	23
Титан	22	24	29	32	26	24	21	24
Сорго віникове								
Вінчер	16	17	19	17	16	17	17	18
Красень	15	18	18	19	18	19	18	19
Карликове 45	13	12	14	15	14	15	14	16
<i>НІР₀₅</i>	<i>A = 1, B = 1, AB = 2</i>							

Кінетин + Зеатин (0,8 + 0,3 мг/л) і Кінетин + Зеатин (0,3 + 0,8 мг/л) дозволяють отримати кількість 25 до 28 шт. у сорго звичайного і соризу від 22 до 25 шт., сорго віничне – від 18 до 28 шт. Установлено, що БА + Зеатин (0,3 + 0,5 мг/л) і БА + Кінетин (0,8 + 0,5 мг/л) забезпечували кількість пагонів у сорго від 22 до 26 шт., соризу від 22 до 25 шт., і сорго віничного від 20 до 29 шт. (табл. 5).

Додавання у живильне середовище регуляторів росту дозволяє отримати кількість пагонів у сорго звичайного найменше за використанні Біосил – 15 шт, і найбільше за додаванні Емістим С і Янтарної кислоти – до 26 шт., у соризу найменші показники отримано за введені Радостим – від 18 до 21 шт., а найбільшу кількість за додаванні Емістим С і Янтарної кислоти – від 24 до 33 шт. (табл. 6). Сорго віничне мало найменше пагоноутворення за введення Біосил – від 12 до 23 шт, а найбільша кількість за добавляння янтарної кислоти – до 27 шт.

Табл. 5. Вплив концентрації гормонів на кількість пагонів залежно від досліджуваного матеріалу в культурі *in vitro*, шт.

Вихідний матеріал (чинник В)	Концентрація гормонів							
	БАП + Зеатин (0,3 + 0,5 мг/л)	БАП + Зеатин (0,5 + 0,8 мг/л)	БАП + Кінетин (0,3 + 0,5 мг/л)	БАП + Кінетин (0,5 + 0,8 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,8 + 0,3 мг/л)	Кінетин + Зеатин (0,3 + 0,8 мг/л)	БА + Зеатин (0,3 + 0,5 мг/л)	БА + Кінетин (0,8 + 0,5 мг/л)
Сорго звичайне								
Віл	23	21	25	30	26	25	22	25
Силосне 42	23	20	27	30	28	25	24	23
Медовий	25	20	26	32	27	26	23	24
Фаворит	25	23	28	33	25	25	22	25
Мохавк	27	24	35	37	28	28	25	26
Сориз								
Самарант 6	22	20	23	25	23	24	20	24
Європа	20	20	25	24	22	23	21	23
Факел	22	22	24	26	23	22	20	22
Перлина	20	22	25	27	24	22	22	24
Кварц	21	20	22	26	23	24	23	25
Титан	22	21	25	28	25	25	23	25
Сорго віникове								
Вінчер	17	16	18	19	18	20	21	22
Красень	19	20	21	23	24	22	24	25
Карликове 45	21	23	25	26	28	26	28	29
<i>НІР₀₅</i>	$A = 1, B = 1, AB = 2$							

Табл. 6. Вплив регуляторів росту на кількість пагонів залежно від досліджуваного матеріалу в культурі *in vitro*, шт.

Вихідний матеріал (чинник В)	Концентрація регуляторів росту			
	Біосил	Радостим	Емістим С	Янтарна кислота
Сорго звичайне				
Віл	15	18	22	25
Силосне 42	17	19	23	24
Медовий	17	17	22	25
Фаворит	19	18	25	22
Мохавк	19	18	26	25
Сориз				
Самарант 6	20	19	24	25
Європа	22	18	25	26
Факел	20	18	25	29
Перлина	20	19	26	29
Кварц	23	20	27	30
Титан	24	21	28	33
Сорго віникове				
Вінчер	12	14	16	18
Красень	23	24	26	28
Карликове 45	23	22	25	27
<i>НІР₀₅</i>	$A = 1, B = 1, AB = 2$			

Висновки. Найменші показники сформовані у Фаворит 14 см висота і 15 шт. пагоноутворення за використанні БАП. У соризу за введенні у середовище БАП отримано в середньому по досліджуваних сортах висоту від 15 см до 18 см, а кількість пагонів від 15 до 22 шт. У віникового сорго отримано висоту від 13 до 18 см, а кількість пагонів від 12 до 18 см.

Додавання у живильне середовище регуляторів росту дозволяє отримати кількість пагонів у сорго звичайного найменше за використанні Біосил – 15 шт, і найбільше за додаванні Емістим С і Янтарної кислоти – до 26 шт., у соризу найменші показники отримано за введенні Радостим – від 18 до 21 шт., а найбільшу кількість за додаванні Емістим С і Янтарної кислоти – від 24 до 33 шт.

Література:

1. David K. M., Couch D., Braun N., Brown S., Grosclaude J., Perrot L. Rechenmann C. The auxin-binding protein 1 is essential for the control of cell cycle. *Plant J.* 2007. Vol. 50. P. 197–206. doi: 10.1111/j.1365–313X.2007.03038.x.
2. Inoue T., Higuchi M., Hashimoto Y., Seki M., Kobayashi M., Kato T., Tabata S., Shinozaki K., Kakimoto T. Identification of CRE1 as a cytokinin receptor from Arabidopsis. *Nature.* 2001. Vol. 409. P. 1060–1063. doi: 10.1038/35059117.
3. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant.* 1962. № 15 (3). P. 473–497. doi: 10.1111/j.1399–3054.1962.tb08052.x.
4. Олійник О. О., Клюваденко А. А., Мельничук М. Д. Покращення складу живильних середовищ для пришвидшення росту і розвитку троянди ефіроолійної в культурі *in vitro*. *Науковий вісник НЛТУ України.* 2016. № 7. С. 134–139.
5. Шевага Г. М., Кирик М. М., Гунчак В. М., Олійник Т. М. Оптимізація складу желюючих агентів на регенерацію мікророслин картоплі, отриманих *in vitro*. *Сільськогосподарська мікробіологія.* 2016. № 24. С. 79–82.
6. Noodezh H. A. Moieni M., Baghizadeh A. In vitro propagation of the Damask rose (*Rosa damascena* Mill.). *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant.* 2012. Vol. 48. № 6. P. 530–538.
7. Ginova A. Tsvetkov I., Kondakova V. *Rosa damascena* Mill. – an overview for evaluation of propagation methods. *Bulg. J. Agric. Sci.* 2012. № 18. P. 545–556.
8. Hasegawa P. M. Factor affecting shoot and root initiation from culture rose shoot tip. *Journal of American Society for Horticultural Science.* 1980. № 115. P. 216–220.
9. Чорнобров О. В. Дія регуляторів росту на регенераційну здатність експлантатів рослин *Quercus Robur* L. *in vitro*. *Біоресурси і природокористування.* 2017. № 3–4. С. 13–19.
10. Dascaluc A. Ralea T., Cuza P. Influence of heat shock on chlorophyll fluorescence of white oak (*Quercus pubescens* Wild). *Photosintetica.* 2007. № 45 (3). P. 469–471.
11. Murashige T.A Skoog F. revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Planta.* 1983. № 157. P. 385–391.
12. Поліщук С. В. Біологічна активність антиоксидантів в культурі тканин томата *in vitro*: автореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.20. Херсон: Херсонський держ. пед. ун-т., 1998. 18 с.

13. Grauda D., Mikelsone A. Rashal A. Use of antioxidants for enhancing flax multiplication rate in tissue culture. *Acta Horticulturae*. 2009. Vol. 812. P. 147–152. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.812.15

14. Рябовол Л. О. Клональне мікророзноження рослин: методичні рекомендації для проведення лабораторно-практичних занять з «Біотехнології рослин». Умань: УДАА, 2001. 16 с.

15. Войтовська В. І., Сторожик Л. І., Любич В. В., Третьякова С. О. Вегетативне розмноження сорго цукрового і зернового: метод. реком. Умань, 2019. 17 с.

16. Кушнір Г. П., Сарнавська В. В. Мікроклональне розмноження рослин. Київ: Наукова думка, 2005. 272 с.

17. Лобова О. В., Пилипчук О. О. Сільськогосподарська біотехнологія. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 6.051401 «Екобіотехнологія». Київ, 2014. 20 с.

18. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних у пакеті Statistica 6.0. Київ: ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.

References:

1. David, K. M., Couch, D., Braun, N., Brown, S., Grosclaude, J., Perrot, L. (2007). Rechenmann C. The auxin-binding protein 1 is essential for the control of cell cycle. *Plant J.*, vol. 50, pp. 197–206. doi: 10.1111/j.1365–313X.2007.03038.x.

2. Inoue, T., Higuchi, M., Hashimoto, Y., Seki, M., Kobayashi, M., Kato, T., Tabata, S., Shinozaki, K., Kakimoto, T. (2001). Identification of CRE1 as a cytokinin receptor from *Arabidopsis*. *Nature*, 2001, vol. 409, P. 1060–1063. doi: 10.1038/35059117.

3. Murashige, T., Skoog, F. A. (1962). Revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*, 1962, no. 15 (3), pp. 473–497. doi: 10.1111/j.1399–3054.1962.tb08052.x.

4. Oliinyk, O. O., Kliuvadenko, A. A., Melnychuk, M. D. (2016). Improving the composition of nutrient media to accelerate the growth and development of rose essential oil in in vitro culture. *Scientific bulletin of NLTU of Ukraine*, 2016, no. 7 pp. 134–139. (in Ukrainian).

5. Shevaha, H. M., Kyryk, M. M., Hunchak, V. M., Oliinyk, T. M. (2016). Optimization of the composition of gelling agents for the regeneration of potato microplants obtained in vitro. *Agricultural microbiology*, 2016, no. 24, pp. 79–82. (in Ukrainian).

6. Noodezh, H. A. Moieni, M., Baghizadeh, A. (2012). In vitro propagation of the Damask rose (*Rosa damascena* Mill.). *In Vitro Cell Dev. Biol. Plant*, 2012, vol. 48, no. 6, pp. 530–538.

7. Ginova, A. Tsvetkov, I., Kondakova, V. (2012). *Rosa damascena* Mill. – an overview for evaluation of propagation methods. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 2012, no. 18, pp. 545–556.

8. Hasegawa, P. M. (1980). Factor affecting shoot and root initiation from culture rose shoot tip. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 1980, no. 115, pp. 216–220.

9. Chornobrov, O. V. (2017). The effect of growth regulators on the regenerative capacity of *Quercus Robur* L. plant explants in vitro. *Bioresources and nature management*, 2017, no. 3–4, pp. 13–19. (in Ukrainian).

10. Dascaliuc, A. Ralea, T., Cuza, P. (2007). Influence of heat shock on chlorophyll fluorescence of white oak (*Quercus pubescens* Wild). *Photosintetica.*, 2007, no. 45 (3), pp. 469–471. (in Ukrainian).
11. Murashige, T. A., Skoog, F. (1983). Revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Planta*, 1983, no. 157, pp. 385–391. (in Ukrainian).
12. Polishchuk, S. V. (1998). *Biological activity of antioxidants in tomato tissue culture in vitro* (PhD Diss.). Kherson State Pedagogical University, Kherson, 1998. (in Ukrainian).
13. Grauda, D., Miķelsons, A., Rashal, I. (2009). Use of antioxidants for enhancing flax multiplication rate in tissue culture. *Acta Horticulturae*, 2009, no. 812, pp. 147–152. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.812.15.
14. Riabovol, L. O. (2001). Clonal micropropagation of plants: methodological recommendations for conducting laboratory-practical classes on "Plant Biotechnology". Uman: UDAA, 2001. 14 p. (in Ukrainian).
15. Voitovska, V. I., Storozhyk, L. I., Lyubych, V. V., & Tretiakova, S. O. (2019). Vegetative reproduction of sugar and grain sorghum. Uman, 2019. 17 p. (in Ukrainian).
16. Kushnir, G. P., Sarnavska, V. V. (2005). Microclonal reproduction of plants. Kyiv: Naukova dumka, 2005. 272 p. (in Ukrainian).
17. Lobova, O. V., Pylypchuk, O. O. (2014). Agricultural biotechnology. Methodical instructions for performing laboratory work for students of specialty 6.051401 "Ecobiotechnology". Kyiv, 2014. 20 p. (in Ukrainian).
18. Ermantraut, E. R., Prysiazniuk, O. I., Shevchenko, I. L. (2007). Statistical analysis of agronomic research data in the Statistica 6.0 package. Kyiv: PolihrafKonsaltnh, 2007. 55 p. (in Ukrainian).

Annotation

Voitovska V. I., Mostovyak S. M., Voyevoda L. I., Klymovych N. M. Biometric indicators of sorghum plants depending on the action of hormones and growth regulators

Introduction. Currently, the introduction of plant growth regulators into agricultural practice is impossible without a deep and comprehensive study of their effect on the processes of plant metabolism, growth and development. This effect depends not only on the type of drug, but also on its dose, processing time, varietal characteristics of the culture and other factors. Phytohormones and growth regulators in *in vitro* culture are used at all stages and allow to change certain changes in the desired direction.

Goal. To investigate the influence of hormones and growth regulators on the biometric indicators of sorghum plants in *in vitro* culture.

Methods. Biotechnological, laboratory, analytical, statistical.

The results. The conducted studies indicate that in common sorghum varieties, it was noted that the height when adding BAP was from 14 to 19 cm, and the number of shoots was from 15 to 24 pieces. It is important to note that the number of shoots was from 15 to 24 pieces. an advantage compared to the researched varieties and hybrids can be noted in Mohavk – 19 cm high and 24 pcs. shoots and honey – 19 cm high and 17 pcs. shoots The smallest indicators were formed in Favorite 14 cm high and 15 pcs. shoot formation using BAP. In sorizia, after introducing BAP into the

environment, the average height of the investigated varieties was from 15 cm to 18 cm, and the number of shoots was from 15 to 22 pieces. The height of broom sorghum is from 13 to 18 cm, and the number of shoots is from 12 to 18 cm. It is important to note the Karlykove 45 variety with a height of 13 cm and a number of shoots of 18 pieces. The study of BA and its influence on biometric indicators of common sorghum indicates that the height was from 19 cm to 24 cm, and the number of shoots was from 16 to 24 pieces. in accordance. The height of varieties of soriza varied from 17 to 20 cm, and the number of shoots from 18 to 22 pieces. Conducted research on broom sorghum indicates that the height was from 15 to 21 cm, and the number of shoots was from 14 to 17 pieces. Zeatin made it possible to obtain a height of 11 to 16 cm in common sorghum, 12 to 18 cm in sorghum, and 10 to 16 cm in broom sorghum. Its effect on the number of shoots was as follows: common sorghum – 10–13 pieces, sorghum – 15–18 pcs., broom sorghum – 9–14 pcs. The addition of kinetin to the nutrient medium made it possible to obtain: the height of ordinary sorghum – from 18 to 23 cm, sorghum from 19 to 24 cm, and broom sorghum from 15 to 20 cm. The number of shoots was: ordinary sorghum - from 12 to 15 pcs., soriz – 16–19 pcs., broom sorghum – 12–18 pcs.

Conclusions. The smallest indicators were formed in Favorite 14 cm high and 15 pcs. shoot formation using BAP. In sorizia, after introducing BAP into the environment, the average height of the investigated varieties was from 15 cm to 18 cm, and the number of shoots was from 15 to 22 pieces. In broom sorghum, the height is from 13 to 18 cm, and the number of shoots is from 12 to 18 cm. The addition of growth regulators to the nutrient medium allows the number of shoots in ordinary sorghum to be the smallest when using Biosil – 15 pieces, and the most when adding Emistym C and Succinic acid – up to 26 pcs., the smallest indicators were obtained with the introduction of Radostim – from 18 to 21 pcs., and the largest number with the addition of Emistym C and Succinic acid – from 24 to 33 pcs.

Key words: culture in vitro, shoots, sorghum, modification, nutrient medium.